



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Kazuo HIRONISHI

#2

Serial No.: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

Filed: March 12, 2001

Examiner: Unassigned

For: OPTICAL SIGNAL PROCESSING DEVICE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

*Honorable Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231*

*Sir:*

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2000-264186, filed: August 31, 2000.

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: March 12, 2001

By: \_\_\_\_\_

James D. Halsey, Jr.  
Registration No. 22,729

700 Eleventh Street, N.W., Suite 500  
Washington, D.C. 20001  
(202) 434-1500

#2

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

Jc971 U.S. PTO  
09/804152  
03/13/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 8月31日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-264186

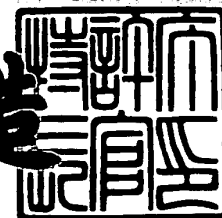
出 願 人  
Applicant(s):

富士通株式会社

2000年12月15日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3104976

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000180

【提出日】 平成12年 8月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 01/00

【発明の名称】 光信号処理装置

【請求項の数】 2

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

    【氏名】 廣西 一夫

【特許出願人】

    【識別番号】 000005223

    【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100075384

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 松本 昂

    【電話番号】 03-3582-7477

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 001764

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9704374

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光信号処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力ポート及び複数の出力ポートを有し上記入力ポートには異なる波長を有する複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光が供給される光デマルチプレクサと、

出力ポート及び複数の入力ポートを有する光マルチプレクサと、

上記複数の出力ポートと上記複数の入力ポートとをそれぞれ接続する複数の光パスと、

上記複数の光パスの少なくとも一つに設けられた少なくとも一つの遅延調整器と、

上記複数の光信号の少なくとも一つの変調位相を検出する検出器と、

上記検出器により検出された位相に基き上記遅延調整器を制御するコントローラとを備えた光信号処理装置。

【請求項 2】 変調位相調整部と全光再生部とを備えた光信号処理装置であって、

上記変調位相調整部は、

入力ポート及び複数の出力ポートを有し上記入力ポートには異なる波長を有する複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光が供給される光デマルチプレクサと、

出力ポート及び複数の入力ポートを有する光マルチプレクサと、

上記複数の出力ポートと上記複数の入力ポートとをそれぞれ接続する複数の光パスと、

上記複数の光パスの少なくとも一つに設けられた少なくとも一つの遅延調整器と、

上記複数の光信号の少なくとも一つの変調位相を検出する検出器と、

上記検出器により検出された位相に基き上記遅延調整器を制御するコントローラとを備えている光信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、全光再生中継に適した光信号処理装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

光レベルで波形整形を行う従来の波形整形器として、マッハツェンダ干渉計（MZI）型光ゲートがある。この光ゲートは、位相シフトを与えるための第1及び第2の非線形光学媒質を含むマッハツェンダ干渉計を例えば光導波路基板上に集積化して構成される。連続波（CW）光としてのプローブ光が等分配されて第1及び第2の非線形光学媒質に供給される。このとき、等分配されたプローブ光の干渉により出力光が得られないように干渉計の光路長が設定されている。

【 0 0 0 3 】

第1及び第2の非線形光学媒質の一方には更に光信号が供給される。光信号及びプローブ光のパワーを適切に設定することによって、光信号に同期する変換光信号がこの光ゲートから出力される。変換光信号はプローブ光と同じ波長を有している。

【 0 0 0 4 】

第1及び第2の非線形光学媒質の各々として半導体光アンプ（SOA）を用いることが提案されている。例えば、波長1.5  $\mu$ m帯において、両端面を無反射化処理したInGaAs-SOAを各非線形光学媒質として用い、これらをInP/GaInAsP基板上に集積化したものが作製されている。

【 0 0 0 5 】

従来知られている他の波形整形装置として、非線形光ループミラー（NOLM）がある。NOLMは、方向性結合される第1及び第2の光路を含む第1の光カップラと、第1及び第2の光路を接続するループ光路と、ループ光路に方向性結合される第3の光路を含む第2の光カップラとを備えている。

【 0 0 0 6 】

ループ光路の一部又は全体を非線形光学媒質から構成するとともに、第1及び第3の光路にそれぞれプローブ光及び光信号を供給することによって、変換光信

号が第2の光路から出力される。

【0007】

NOLMにおける非線形光学媒質としては光ファイバが一般的である。特に、非線形光学媒質としてSOAを用いたNOLMはSLALOM (Semiconductor Laser Amplifier in a Loop Mirror) と称される。

【0008】

ところで、近年実用化されている光ファイバ通信システムにおいては、伝送路損失や分岐損失等による信号パワーの低下を、エルビウムドープファイバ増幅器(EDFA)等の光増幅器を用いて補償している。光増幅器はアナログ増幅器であり、信号を線形増幅するものである。この種の光増幅器においては、増幅に伴って発生する自然放出光(ASE)雑音の付加により信号対雑音比(S/N比)が低下するので、中継数ひいては伝送距離に限界が生じる。また、光ファイバの持つ波長分散やファイバ内の非線形光学効果による波形劣化も伝送限界を与える要因である。こうした限界を打破するためには、信号をデジタル的に処理する再生中継器が必要であり、その実現が望まれている。特に、全ての処理を光レベルにおいて行う全光再生中継器は、信号のビットレートやパルス形状等に依存しないトランスペアレントな動作を実現する上で重要である。

【0009】

全光再生中継器に必要な機能は、振幅再生又はリアンプリフィケーション(Reamplification)と、波形整形又はリシェイピング(Reshaping)と、タイミング再生又はリタイミング(Retiming)とである。これらの機能は3R機能と称され、特に前二者は2R機能と称される。

【0010】

波形整形器と光増幅器を組み合わせることにより、或いは光増幅機能を有する波形整形器を用いることにより、2R機能を提供することができる。また、それに加えてクロック再生器を並行して用いることにより3R機能を提供することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

異なる波長を有する複数の光信号を波長分割多重（WDM）して得られたWDM信号光に対応して、光レベル時間多重（OTDM）型の全光再生中継器を用いる場合、入力する複数の光信号の変調位相に安定した時間秩序がないと、安定した再生処理を行うことができないという問題がある。

## 【0012】

よって、本発明の目的はWDM信号光の各光信号の変調位相に安定した時間秩序を与えることができる光信号処理装置を提供することである。

## 【0013】

## 【課題を解決するための手段】

本発明によると、入力ポート及び複数の出力ポートを有し上記入力ポートには異なる波長を有する複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光が供給される光デマルチプレクサと、出力ポート及び複数の入力ポートを有する光マルチプレクサと、上記複数の出力ポートと上記複数の入力ポートとをそれぞれ接続する複数の光パスと、上記複数の光パスの少なくとも一つに設けられた少なくとも一つの遅延調整器と、上記複数の光信号の少なくとも一つの変調位相を検出する検出器と、上記検出器により検出された位相に基づき上記遅延調整器を制御するコントローラとを備えた光信号処理装置が提供される。

## 【0014】

この構成によると、上述の条件に従ってコントローラが遅延調整器を制御することによって、WDM信号光の各光信号の変調位相に安定した時間秩序を与えることができる。

## 【0015】

本発明の他の側面によると、変調位相調整部と全光再生部とを備えた光信号処理装置であって、上記変調位相調整部は、入力ポート及び複数の出力ポートを有し上記入力ポートには異なる波長を有する複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光が供給される光デマルチプレクサと、出力ポート及び複数の入力ポートを有する光マルチプレクサと、上記複数の出力ポートと上記複数の入力ポートとをそれぞれ接続する複数の光パスと、上記複数の光パスの少なくとも一つに設けられた少なくとも一つの遅延調整器と、上記複数の光信号の少なくとも

一つの変調位相を検出する検出器と、上記検出器により検出された位相に基づき上記遅延調整器を制御するコントローラとを備えている光信号処理装置が提供される。

## 【 0 0 1 6 】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の望ましい実施の形態を添付図面に従って詳細に説明する。全図を通して同一又は類似の部分には同一の符号が付される。

## 【 0 0 1 7 】

図 1 を参照すると、本発明による光信号処理システムの実施形態が示されている。このシステムは、光ファイバ伝送路 1 における WDM 信号光の伝搬方向上流側から順に変調位相調整部 3 及び全光再生部 5 を設けて、構成される。変調位相調整部 3 は、WDM 信号光の各波長の光信号の変調位相を測定し、それを調整することによってある時間秩序を保った状態で WDM 信号光を出力する。変調位相調整部 3 の具体的構成については後述する。全光再生部 5 としては、前述したマッハツェンダ干渉計型光ゲートや NOLM を用いることができる。

## 【 0 0 1 8 】

図 2 は本発明による光信号処理装置の基本構成を示すブロック図である。本発明による装置は、例えば、図 1 に示される変調位相調整部 3 として使用することができる。

## 【 0 0 1 9 】

図 2 に示される装置は、WDM に適合するために、入力ポート及び複数の出力ポートを有する光デマルチプレクサ (DEMUX) 2 と、出力ポート及び複数の入力ポートを有する光マルチプレクサ (MUX) 4 とを備えている。光デマルチプレクサ 2 の入力ポートには、異なる波長を有する複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光が供給される。光デマルチプレクサ 2 において、入力ポートと各出力ポートとは特定の波長によって光学的に結合される。また、光マルチプレクサ 4 において、各入力ポートと出力ポートとは特定の波長によって光学的に結合される。

## 【 0 0 2 0 】



光デマルチプレクサ 2 の複数の出力ポートと光マルチプレクサ 4 の複数の入力ポートはそれぞれ複数の光パス 6 によって接続されている。複数の光パス 6 の少なくとも一つには遅延調整器 8 が設けられている。本実施形態では、全ての光パス 6 に遅延調整器 8 が設けられている。

## 【 0 0 2 1 】

WDM 信号光は、光デマルチプレクサ 2 によって複数の光信号に分けられ、それぞれ遅延調整器 8 による遅延を受けた後、再び光マルチプレクサ 4 によって波長分割多重される。光マルチプレクサ 4 から出力された WDM 信号光は、光カップラ 1 0 によりその一部がモニタ光として取り出された後この装置から出力される。

## 【 0 0 2 2 】

モニタ光は検出器 1 2 に供給される。検出器 1 2 は、WDM 信号光の複数の光信号の少なくとも一つの位相を検出する。そして、コントローラ 1 4 が検出器 1 2 により検出された変調位相に基き遅延調整器 8 を制御する。

## 【 0 0 2 3 】

図 3 は本発明による光信号処理装置の第 1 実施形態を示す主要部のブロック図である。光カップラ 1 0 (図 2 参照) からのモニタ光は、光カップラ 1 6 により 2 分岐され、その一方は光フィルタ 1 8 に供給され他方はチューナブル光フィルタ 2 8 に供給される。光フィルタ 1 8 は基準となる波長  $\lambda_s$  を有する光信号を通過させる。光フィルタ 1 8 を通過した光信号は、光／電気変換器 (O/E) 2 0 により電気信号に変換され、その電気信号は増幅器 2 2 により増幅されてバンドパスフィルタ 2 4 に供給される。バンドパスフィルタ 2 4 を通過することによって基準クロック成分が抽出され、再生された基準クロック成分は増幅器 2 6 により増幅されて位相比較器 3 8 に供給される。

## 【 0 0 2 4 】

チューナブル光フィルタ 2 8 は任意の波長  $\lambda_i$  を有する光信号を通過させる。チューナブル光フィルタ 2 8 を通過した光信号は光／電気変換器 3 0 により電気信号に変換され、その電気信号は増幅器 3 2 により増幅されてバンドパスフィルタ 3 4 に供給される。バンドパスフィルタ 3 4 を通過することによってクロック

成分が抽出され、そのクロック成分は増幅器 3 6 により増幅されて位相比較器 3 8 に供給される。位相比較器 3 8 は供給された基準クロック成分及びクロック成分の位相比較を行い、その結果はコントローラ 1 4 に与えられる。コントローラ 1 4 は、基準クロック成分及びクロック成分の位相が一致するように波長  $\lambda_i$  の遅延調整器 8 による遅延を制御する。尚、チューナブル光フィルタ 2 8 が通過させる光信号の波長  $\lambda_i$  はコントローラ 1 4 からの信号によって選択される。

【 0 0 2 5 】

図 3 に示される実施形態のように基準クロックとクロックの位相同期を行うためには、位相同期ループを用いることができる。

【 0 0 2 6 】

図 4 は一般的な位相同期ループの構成を示すブロック図である。位相同期ループにおいて、周波数差及び位相差が同時に縮小することを以下に説明する。

【 0 0 2 7 】

入力信号  $V_i(t)$  ,  $VCO$  (電圧制御発振器) の出力  $V_o(t)$  は、それぞれ、

$$V_i(t) = \sin(\omega_i t + \phi_i(t))$$

$$V_o(t) = \cos(\omega_o t + \phi_o(t))$$

で与えられるので、乗算回路を用いた位相比較器の出力は、

$$V_e(t) = K_e \sin(\omega_i t + \phi_i(t)) \times \cos(\omega_o t + \phi_o(t)) = 1/2 K_e \{ \sin((\omega_i - \omega_o)t + \phi_i(t) - \phi_o(t)) + \sin((\omega_i + \omega_o)t + \phi_i(t) + \phi_o(t)) \}$$

となる。第 2 項は回路の周波数制限から減衰すると考えると、差周波数成分だけになり、

$$V_e(t) = 1/2 K_e \sin((\omega_i - \omega_o)t + \phi_i(t) - \phi_o(t))$$

となる。角周波数  $\omega$  の差を位相項  $\phi$  に含めると考えると、

$$V_e(t) = 1/2 K_e \sin(\phi_i(t) - \phi_o(t))$$

が得られる。ループフィルタのインパルス応答関数を  $f(t)$  とすると、ループフィルタの出力  $V_d$  は、

$$V_d(t) = \int_0^\infty V_e(\tau) f(t-\tau) d\tau$$

となる。因果性から  $t-\tau < 0$  で  $f(t) = 0$  であるので、上式を変形すると、

$$V_d(t) = \int_0^\infty V_e(t-\tau) f(t) d\tau$$

が得られる。また、VCOの出力を  $\phi_0$  とすると、

$$d\phi_0(t)/dt = K_o V_d(t)$$

となる。

以上の式から、

$$d\phi_0(t)/dt = K_o K_e \int_0^\infty V_e(t-\tau) f(t) d\tau = K \int_0^\infty \{ \sin(\phi_i(t-\tau)) - \sin(\phi_o(t-\tau)) \} f(t) d\tau \doteq K \int_0^\infty \{ (\phi_i(t-\tau)) - (\phi_o(t-\tau)) \} f(t) d\tau$$

となる。ここで、 $K = 1/2 K_o K_e$ ,  $\sin \theta \doteq \theta$

この式をラプラス変換すると、

$$\Phi_o(S) = K (\Phi_i(S) - \Phi_o(S)) F(S) / S$$

となる。よって、

【0028】

【数式1】

$$\Phi_o(S) = \frac{KF(S)/S}{1+KF(S)/S} \Phi_i(S)$$

【0029】

が得られる。 $H(S) = \Phi_o(S) / \Phi_i(S) = KF(S) / (S + KF(S))$

とすると、位相誤差関数  $E(S)$  は、

$$E(S) = 1 - H(S) = (\Phi_i(S) - \Phi_o(S)) / \Phi_i(S) = \Phi_e(S) / \Phi_i(S)$$

となる。

【0030】

入力信号とVCOの自然発振周波数との間に  $\Delta f$  の周波数差があった場合、定常位相誤差  $\phi_{es}$  は、ラプラス変換の最終値定理（ラプラス変換の微分公式から

導出できる)

$$\phi_{es} = \lim_{t \rightarrow \infty} \phi_e(t) = \lim_{S \rightarrow 0} (S \phi_e(S))$$

と、

$t=0$ で  $\phi_i(t) = 2\pi \Delta f t + \theta_0$ つまり、 $\phi_i(S) = 2\pi \Delta f / S^2 + \theta_0 / S$ とを用いて、

【0031】

【数式2】

$$\phi_{es} = \lim_{t \rightarrow \infty} \phi_e(t) = \lim_{S \rightarrow 0} (S(S / (S + KF(S)) (2\pi \Delta f / S^2 + \theta_0 / S)))$$

$$= \frac{2\pi}{KF(0)} \Delta f$$

【0032】

となる。

【0033】

つまり、最初の位相誤差（周波数差を含む）は位相同期ループによって  $KF(0)$  分の1に縮小される。

【0034】

図5は本発明による光信号処理装置の第2実施形態を示す主要部のブロック図である。ここでは、検出器12（図2参照）は、任意の波長を有する光信号を通過させるチューナブル光フィルタ40と、チューナブル光フィルタ40を通過した第1の波長（基準波長） $\lambda_s$ を有する光信号及び第2の波長 $\lambda_i$ を有する光信号に基きそれぞれ第1及び第2のクロックを再生する回路と、第1及び第2のクロックの位相比較を行う位相比較器50とを含む。クロックを再生する回路は、チューナブル光フィルタ40を通過した光信号を電気信号に変換する光／電気変換器42と、変換器42の出力を増幅する増幅器44と、増幅器44の出力が供給されるバンドパスフィルタ46と、バンドパスフィルタ46の出力を増幅する増幅器48とを含む。

【0035】

位相比較器 50、ループフィルタ 52、スイッチ 54 及び VCO 56 によって位相同期ループが構成されている。スイッチ 54、VCO 56 及びチューナブル光フィルタ 40 はコントローラ 14 によって制御される。

【0036】

次に、図 5 に示される装置の動作のフローを詳細に説明する。

【0037】

まず、チューナブル光フィルタ 40 が波長  $\lambda_s$  の光信号のみを通過させるようにコントローラ 14 がチューナブル光フィルタ 40 をチューニングする。次いで、コントローラ 14 によってスイッチ 54 がオン状態にされ、位相同期ループが機能するようにされる。つまり、この状態では、ループフィルタ 52 の出力に従って VCO 56 の発振状態が変化する。このとき、位相同期ループの動作に従って、波長  $\lambda_s$  の光信号のクロックに同期した基準クロックが得られる。VCO 56 はループフィルタ 52 の出力をメモリする機能を有しているので、基準クロックの周波数及び位相は固定化することができる。

【0038】

次いでコントローラ 14 によってスイッチ 54 がオフ状態にされる。

【0039】

その後、チューナブル光フィルタ 40 が波長  $\lambda_i$  の光信号のみを通過させるようにコントローラ 14 がチューナブル光フィルタ 40 をチューニングする。その後、位相比較器 50 で波長  $\lambda_i$  の光信号から得られたクロックと波長  $\lambda_s$  の光信号のクロックに同期した基準クロックとの位相差が測定され、その結果はコントローラ 14 に供給される。そして、測定された位相差が望ましい値、例えば位相差 0 になるようにコントローラ 14 が波長  $\lambda_i$  の遅延調整器 8 を制御する。

【0040】

図 6 は本発明による光信号処理装置の第 3 実施形態を示す主要部のブロック図である。ここでは、図 3 に示されるのと同じように、光フィルタ 18 と、チューナブル光フィルタ 28 と、光／電気変換器 20 及び 30 と、増幅器 22、26、32 及び 36 と、バンドパスフィルタ 24 及び 34 とが用いられている。また、波長  $\lambda_s$  の光信号から得られるクロックに関連して、図 5 に示される構成に準じ

て位相同期ループが構成されている。この位相同期ループは、位相比較器 5 0、ループフィルタ 5 2 及び VCO 5 6' からなり、VCO 5 6' はループフィルタ 5 2 の出力メモリ機能を有していない。これに伴い、スイッチ 5 4 (図 5 参照) は省略されている。

#### 【0041】

この実施形態では、位相同期ループを用いて常時波長  $\lambda_s$  の光信号のクロックに同期した基準クロックを発振させておいて、その基準クロックと波長  $\lambda_i$  の光信号から得られるクロック成分とを位相比較器 5 8 に入力している。そして、測定される位相差が最も小さくなるようにコントローラ 1 4 が  $\lambda_i$  の遅延調整器 8 を制御する。

#### 【0042】

このように、本実施形態では、光フィルタ 1 8 を通過した光信号に基き基準クロックを発生するようにしている。そのために、位相比較器 5 0、ループフィルタ 5 2 及び VCO 5 6' を含む位相同期ループが用いられている。

#### 【0043】

図 7 は本発明による光信号処理装置の第 4 実施形態を示すブロック図である。光カプラ 1 0 により抽出されたモニタ光としての WDM 信号光は、任意の波長を有する光信号を通過させる光フィルタ 6 0 に供給される。基準パルス光を発生するために、発振器 6 2 により駆動されるパルス光源 6 4 が用いられている。光フィルタ 6 0 を通過した光信号及び基準パルス光は利得飽和デバイス (SGD) 6 6 に供給される。利得飽和デバイス 6 6 の出力は光測定部 6 8 に供給される。光測定部 6 8 は利得飽和デバイス 6 6 から出力される光の平均パワーを検出する。この場合、コントローラ 1 4 は、光測定部 6 8 により検出された平均パワーが小さくなるように対応する遅延調整器 8 を制御する。

#### 【0044】

図 8 の (A) 及び (B) を参照すると、それぞれ利得飽和デバイス 6 6 の入力及び出力の波形が示されている。パルス光源 6 4 から出力される基準パルス光は、各光信号のクロック周波数の  $N$  ( $N$  は自然数) 分の 1 のクロック周波数を有している。また、基準パルス光のパルス幅は光信号のパルス幅とほぼ等しい。図で

は $N=1$ として波形が示されている。

【0045】

図8の(A)に示されるように、光信号と基準パルス光のタイミングがずれている場合、図8の(B)に示されるように、利得飽和デバイス66における利得飽和の結果、光信号と基準パルス光が重なっている部分のパワーは各パワーの和よりも小さくなる。より特定的には、光信号と基準パルス光の変調位相が一致している場合に利得飽和デバイス66から出力される光の平均パワーが最小値となる。従って、図7に示される光測定部68で検出された平均パワーが最小になるようにコントローラ14が遅延調整器8を制御することによって、各光信号の変調位相を基準パルス光の変調位相に一致させることができる。

【0046】

光信号のクロック周波数の $N$ 分の1の発振周波数が発振器62及びパルス光源64において得られていない場合には、コントローラ14が発振器62の発振周波数を微調整することができる。即ち、利得飽和デバイス66の平均出力パワーの変動の時間周期が大きくなるように発振周波数を調整することによって、光信号のクロック周波数の $N$ 分の1のクロック周波数を有する基準パルス光が得られる。

【0047】

図9は本発明による光信号処理装置の第5実施形態を示すブロック図である。ここでは、基準波長 $\lambda_s$ の光信号を通過させる光フィルタ70と任意の波長 $\lambda_i$ を有する光信号を通過させる光フィルタ72とを並列に設け、これらを通過した光信号が利得飽和デバイス66に入力するようにしている。光測定部68及びコントローラ14は図7に示される実施形態と同じように機能する。

【0048】

この構成によると、発振器62及びパルス光源64を用いることなしに、図7に示される実施形態における原理に準じて波長 $\lambda_i$ の光信号の位相を波長 $\lambda_s$ の光信号の変調位相に一致させることができる。尚、光フィルタ70及び72が無くても動作は可能である。

【0049】

図 1 0 は本発明による光信号処理装置の第 6 実施形態を示すブロック図である。光カプラ 1 0 により抽出されたモニタ光としての WDM 信号光は任意の波長を有する光信号を通過させる光フィルタ 6 0 に供給される。基準パルス光を発生するために、発振器 6 2 により駆動されるパルス光源 6 4 が用いられている。光フィルタ 6 0 を通過した光信号及び基準パルス光は可飽和吸収デバイス (SA) 7 4 に供給される。可飽和吸収デバイス 7 4 の出力は光測定部 6 8 に供給される。光測定部 6 8 は可飽和吸収デバイス 7 4 から出力される光の平均パワーを検出する。この場合、コントローラ 1 4 は、光測定部 6 8 により検出された平均パワーが小さくなるように対応する遅延調整器 8 を制御する。

## 【 0 0 5 0 】

図 1 1 の (A) 及び (B) を参照すると、それぞれ可飽和吸収デバイス 7 4 の入力及び出力の波形が示されている。パルス光源 6 4 から出力される基準パルス光は、各光信号のクロック周波数の  $N$  ( $N$  は自然数) 分の 1 のクロック周波数を有している。また、基準光パルスのパルス幅は、光信号のパルス幅とほぼ等しい。図では  $N = 1$  として波形が示されている。

## 【 0 0 5 1 】

図 1 1 の (A) に示されるように、光信号と基準パルス光のタイミングがずれている場合、図 1 1 の (B) に示されるように、可飽和吸収デバイス 7 4 における可飽和吸収効果の結果、光信号と基準パルス光が重なっている部分のパワーは各パワーの和よりも大きくなる。より特定的には、光信号と基準パルス光の変調位相が一致している場合に可飽和吸収デバイス 7 4 から出力される光の平均パワーが最大値となる。従って、図 1 0 に示される光測定部 6 8 で検出された平均パワーが最大になるようにコントローラ 1 4 が遅延調整器 8 を制御することによって、各光信号の位相を基準パルス光の変調位相に一致させることができる。

## 【 0 0 5 2 】

光信号のクロック周波数の  $N$  分の 1 の発振周波数が発振器 6 2 及びパルス光源 6 4 において得られていない場合には、コントローラ 1 4 が発振器 6 2 の発振周波数を微調整することができる。即ち、利得飽和デバイス 6 6 の平均出力パワーの変動の時間周期が大きくなるように発振周波数を調整することによって、光信



号のクロック周波数の $N$ 分の1のクロック周波数を有する基準パルス光が得られる。

## 【0053】

図12は本発明による光信号処理装置の第7実施形態を示すブロック図である。ここでは、基準波長 $\lambda_s$ の光信号を通過させる光フィルタ70と任意の波長 $\lambda_i$ を有する光信号を通過させる光フィルタ72とを並列に設け、これらを通過した光信号が可飽和吸収デバイス74に入力するようにしている。光測定部68及びコントローラ14は図10に示される実施形態と同じように機能する。

## 【0054】

この構成によると、発振器62及びパルス光源64を用いることなしに、図10に示される実施形態における原理に準じて波長 $\lambda_i$ の光信号の変調位相を波長 $\lambda_s$ の光信号の位相に一致させることができる。尚、光フィルタ70及び72が無くても動作は可能である。

## 【0055】

図7に示される実施形態において、パルス光源64から出力される基準パルス光の高さ（振幅）を変化させて利得飽和デバイス66の平均出力を測定すると、光信号のパルス高さの分布が狭い場合には、利得飽和を起こすパルス高さが揃っているため、利得飽和デバイス66の出力と基準パルス光高さとの関係は、図13に示されるように、ある点で直線の傾きが変化する形で与えられる。一方、光信号のパルス高さの分布が広い場合には、利得飽和を起こすパルス高さの分布が広いため、利得飽和デバイス66の出力と基準パルス光高さとの関係は比較的なだらかな曲線で与えられる。従って、利得飽和デバイス66の出力と基準パルス光高さとの関係に基づき光信号のパルス高さの分布を検出することができる。

## 【0056】

図10に示される実施形態において、パルス光源64から出力される基準パルス光の高さ（振幅）を変化させて可飽和吸収デバイス74の平均出力を測定すると、光信号のパルス高さの分布が狭い場合には、可飽和吸収を起こすパルス高さが揃っているため、可飽和吸収デバイス74の出力と基準パルス光高さとの関係は、図14に示されるように、ある点で直線の傾きが変化する形で与えられる。

一方、光信号のパルス高さの分布が広い場合には、可飽和吸収を起こすパルス高さの分布が広いため、可飽和吸収デバイス74の出力と基準パルス光高さとの関係は比較的なだらかな曲線で与えられる。従って、可飽和吸収デバイス74の出力と基準パルス光高さとの関係に基き光信号のパルス高さの分布を検出することができる。

## 【0057】

図7の実施形態において、利得飽和デバイス66に inputs する光信号のパルス幅が変化する場合を考える。図15は利得飽和デバイス66の出力と相対位相（基準パルス光と光信号の変調位相差）との関係を表している。光信号のパルス幅が狭い方がパルスパワーの中で利得飽和効果として働く割合が大きくなるので、相対位相の変化に対する利得飽和デバイス66の出力の変化が大きくなる。従って、利得飽和デバイス66の出力と相対位相との関係を得ることによって、光信号のパルス幅に関する情報を得ることができる。

## 【0058】

図10の実施形態において、可飽和吸収デバイス74に inputs する光信号のパルス幅が変化する場合を考える。図16は可飽和吸収デバイス74の出力と相対位相（基準パルス光と光信号の変調位相差）との関係を表している。光信号のパルス幅が狭い方がパルスパワーの中で可飽和吸収効果として働く割合が大きくなるので、相対位相の変化に対する可飽和吸収デバイス74の出力の変化が大きくなる。従って、可飽和吸収デバイス74の出力と相対位相との関係を得ることによって、光信号のパルス幅に関する情報を得ることができる。

## 【0059】

図17は本発明による光信号処理装置の他の基本構成を示すブロック図である。この基本構成は、図2に示される基本構成と対比して、各光信号のビットレートと同じビットレートのRZ信号に基き強度変調を行う光変調器76が光マルチプレクサ4の出力側に付加的に設けられている点で特徴付けられる。

## 【0060】

図17に示される装置の動作原理を図18により説明する。光変調器76（図17参照）の inputs においては、図2に示される基本構成の動作に従って、WDM

信号光の各光信号の位相差はできるだけ小さくされている。そのように処理されたWDM信号光が光変調器76によって強度変調される。変調信号としては、各光信号よりもデューティが僅かに小さいRZ信号の連続符号を用いることができる。光変調器76による変調によって、各光信号の位相の偏差に当たる部分の光パワーがほぼ0になり、WDM信号光における変調位相差をより小さくすることができる。光変調器76としてはマッハツェンダ光変調器その他の光変調器を用いることができる。

## 【0061】

また、利得飽和デバイス66（例えば図7参照）としては、半導体光増幅器やDFBレーザを用いることができる。更に、可飽和吸収デバイス74（例えば図10参照）としては、例えば逆バイアスされた半導体光増幅器を用いることができる。

## 【0062】

図19は本発明の実施に使用可能な遅延調整器の実施形態を示す平面図である。ここでは、遅延調整器8は、異なる光路長を有する少なくとも2つの光導波路78と、少なくとも2つの光導波路78を切り換える少なくとも2つの光スイッチ80とを備えている。図示された例では、6つの光導波路78を切り換えるために4つの光スイッチ80が用いられている。並設された光導波路78間の遅延時間差を $\Delta\tau_1$ ,  $\Delta\tau_2$ , ...,  $\Delta\tau_n$ となるように設定することによって、遅延時間の調整幅を変更することができる。

## 【0063】

この構成によると、Si基板上に形成したガラス導波路等を用いることによって、遅延調整器をアレイ構成で複数集積化することが容易である。

## 【0064】

図20は本発明の実施に使用することができる遅延調整器の他の実施形態を示す斜視図である。ここでは、遅延調整器8は圧電効果を有する部材82と、部材82に巻回された光ファイバ84と、部材82に電圧を印加する可変電圧源86とを備えている。部材82としては例えば円筒形に形成された圧電物質を用いることができる。この実施形態によると、可変電圧源86によって部材82に印加

される電圧を変化させることによって、部材 8 2 の形状を変化させて光信号の遅延時間を変化させることができる。

## 【 0 0 6 5 】

尚、利得飽和デバイスの付加的詳細については、K. Inoue, "Suppression of signal fluctuation induced by crosstalk light in a gain saturated laser diode amplifier", IEEE Photon. Technol. Lett., vol.8, pp. 458, 1996を、また、可飽和吸収デバイスの付加的詳細については、I. Ogura, et al., "Picosecond all-optical gate using a saturable absorber in mode-locked laser diodes", IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 10, pp. 603, 1998を参照されたい。

## 【 0 0 6 6 】

図 2 1 は本発明の実施に使用することができる遅延調整器の更に他の実施形態を示す平面図である。この実施形態は、図 1 9 に示される実施形態と対比して、光スイッチ 8 0 及び 8 0 間に設けられる光導波路 7 8 の数を増やして得られる遅延時間の自由度を大きくしている点で特徴付けられる。

## 【 0 0 6 7 】

遅延調整器において、光スイッチ 8 0 により異なる遅延量の光導波路 7 8 を切り替えるときに、遅延量の差が大きいと切り替え時に光信号のパルス幅が大きくなり波形劣化が大きくなる。また、遅延量の差が入力する光信号の波長の整数倍から大きく外れると、干渉による光信号の劣化が大きくなる。

## 【 0 0 6 8 】

そこで、この実施形態では、遅延量が最も近い光導波路 7 8 間の遅延量の差が入力する光信号のビットレートの逆数の  $1/3$  以下で、且つ、遅延量の差が入力する光信号の波長の概ね整数倍となるようにして、上記問題に対処している。即ち、遅延量が異なる光導波路 7 8 を光スイッチ 8 0 により切り替えるときに、遅延量の差を光信号のビットレートの逆数の  $1/3$  以下にすることにより、光信号のパルス幅は  $4/3$  倍以下の幅に収まり、波形劣化を少なくすることができる。また、遅延量の差が光信号の波長の概ね整数倍となるようにしているので、切り替え時に 2 つの光導波路 7 8 を通る光が強め合う条件で動作させることができ、

干渉による光信号の劣化が少なくなる。

【0069】

図22は図1に示されるシステムに適用可能なパルス幅圧縮装置の構成図である。入力側の光ファイバ1と位相調整部3との間に一对のレンズ88及び88によりコリメート光学系を形成し、そのコリメート光学系に一对の反射型の回折格子90及び90を設けたものである。

【0070】

遅延調整器において、前述した実施形態のように複数の光スイッチ80と複数の光導波路78とを組み合わせる場合に、光スイッチ80の切り替え時には不可避免的に光信号のパルス幅が増大してある程度の波形劣化が生じる。そこで、図22に示されるように、位相調整部3に光信号が入力する前に光信号のパルス幅を圧縮しておくことによって、パルス幅増大による波形劣化が少なくなる。

【0071】

光ファイバ1が正常分散を有している場合、光ファイバ1内で自己位相変調に伴う正のチャープ（光パルスの後端へ向かうにつれて周波数が増大する動的波長変動）が生じる。この正のチャープが生じた光信号を回折格子90及び90で反射させることによって、負の群速度分散（周波数の低い成分が遅くなる減少）を与えることができ、光信号パルスの圧縮が可能である。

【0072】

図23は図1に示される全光再生部5の実施形態を示すブロック図である。全光再生部5は、信号光を供給されて中間信号光を出力する第1の波形整形装置102と、中間信号光を第1及び第2の信号光に分割する光分岐器（例えば光カプラ）104と、第1の信号光を供給されてクロックパルスを出力する複数のクロック再生器72（#1, ..., #4）と、第2の信号光及びクロックパルスを供給されてクロックパルスに同期した再生信号光を出力する第2の波形整形装置106とを備えている。

【0073】

波形整形装置102及び106の各々としては、非線形光学ループミラー（NOLM）を用いることができる。

## 【0074】

この基本構成によると、波形整形装置102及び106を用いていることにより、或いは、これに加えて図示しない光増幅器を用いていることにより、光レベルでの2R機能（リアンプリフィケーション及びリシェイピング）を得ることができる。また、クロック再生器72（#1，…，#4）で得られたクロックパルスを波形整形装置106に供給して、クロックパルスと第2の信号光とのANDを取るようにしているので、光レベルでのリタイミングを行うことができ、光レベルでの3R機能（2R機能及びリタイミング）を得ることができる。

## 【0075】

WDM信号光は、偏波制御器122と、光遅延回路118としての光ファイバ120とを介して第1の波形整形装置102に供給される。光ファイバ120は波長分散 $\beta_2$ を有しており、WDM信号光の複数の光信号の各タイミングを時間軸上で変化させる。偏波制御器122は、波形整形装置102及び106等が偏波依存性を有している可能性に対処するために設けられており、WDM信号光の複数の光信号の各偏波状態を一定にするように機能する。偏波制御器122は、例えば、SOA（半導体光増幅器）におけるXPM（相互位相変調）或いはXGM（相互利得変調）を用いた光ゲートを各波長チャンネルに適用することによって構成され得る。

## 【0076】

偏波制御器122として上述のような光ゲートを用いている場合、偏波制御器122から出力される光の偏波面は、その光ゲートにおけるプローブ光の偏波面に確定されるので、波形整形装置102及び106等における偏波依存性に対処することができる。この場合、偏波制御器122から出力された光の偏波面を維持してその光を第1の波形整形装置102に供給するために、光ファイバ120として偏波面維持ファイバ（PMF）を用いることが望ましい。尚、光ファイバ120における偏波面維持能力が十分でない場合には、偏波制御器122は光ファイバ120と第1の波形整形装置102との間に設けられていても良い。

## 【0077】

WDM信号光の光信号の波長はそれぞれ $\lambda_{S1}$ ，…， $\lambda_{S4}$ であり、互いに異なる

。これらの光信号はデータの繰り返し時間  $T$  に比べて十分短い時間幅を有する光パルスによる強度変調により得られている。これらの光信号は、光ファイバ 1 2 0 により順に  $T/4$  の時間だけシフトさせられる。このような WDM 信号光が第 1 の波形整形装置 1 0 2 に供給されると、4 チャンネルの波長全てが単一の波長に変換されるので、第 1 の波形整形装置 1 0 2 から出力される中間信号光は光時分割多重信号 (OTDM 信号) となる。このようにして波長分割多重信号を時分割多重信号に変換することができる (WDM/OTDM 変換)。

## 【 0 0 7 8 】

ここでは、4 チャンネルの波長分割多重信号を例示しているが、チャンネル数は 4 には限定されない。例えば、 $N$  ( $N$  は 1 より大きい整数) チャンネルの波長分割多重信号が用いられている場合には、 $N$  チャンネルの光時分割多重信号が得られる。この場合、 $N$  大の光遅延回路が用いられ、これらにおける時間シフトは  $T/N$  に設定される。

## 【 0 0 7 9 】

第 1 の波形整形装置 1 0 2 は、WDM/OTDM 変換の機能を有しており、単一波長を有する光時分割多重信号を中間信号光として出力する。波形整形装置 1 0 2 として NOLM が用いられている場合には、中間信号光の波長は NOLM のプローブ光の波長  $\lambda_1$  に一致する。波形整形装置 1 0 2 から出力された中間信号光は、光分岐器 1 0 4 により第 1 及び第 2 の信号光に分割され、第 1 の信号光は各々クロック再生器 7 2 ( $\# 1, \dots, \# 4$ ) に供給され、第 2 の信号光は第 2 の波形整形装置 1 0 6 に供給される。

## 【 0 0 8 0 】

クロック再生器 7 2 ( $\# 1, \dots, \# 4$ ) は、第 1 の信号光に基いてそれぞれ波長  $\lambda_{C1}, \dots, \lambda_{C4}$  を有するクロックパルスを再生する。特にこの実施形態では、第 2 の波形整形装置 1 0 6 から出力される再生信号光における波長関係を入力された WDM 信号光における波長関係に一致させるために、波長  $\lambda_{C1}, \dots, \lambda_{C4}$  は波長  $\lambda_{S1}, \dots, \lambda_{S4}$  にそれぞれ等しく設定される。尚、各クロックパルスの周波数は、WDM 信号光を構成している複数の光信号の各々の速度 (繰り返し周波数 ; ビットレートに対応) に相当している。

## 【 0 0 8 1 】

クロック再生器 7 2 ( # 2 , # 3 及び # 4 ) と第 2 の波形整形装置 1 0 6 との間には、それぞれ光遅延回路 1 2 4 ( # 1 , # 2 及び # 3 ) が付加的に設けられている。光遅延回路 1 2 4 ( # 1 , # 2 及び # 3 ) はそれぞれクロックパルスに遅延時間  $\tau_1$  ,  $\tau_2$  及び  $\tau_3$  を与える。遅延時間  $\tau_1$  ,  $\tau_2$  及び  $\tau_3$  は、それぞれ、中間信号光におけるあるパルスから次のパルス、その次のパルス、及びその次の次のパルスまでの時間間隔に設定される。

## 【 0 0 8 2 】

この構成によると、第 2 の波形整形装置 1 0 6 において、時分割多重信号としての中間信号光 ( 第 2 の信号光 ) が複数のクロックパルスを一括してスイッチングすることができるので、第 1 の波形整形装置 1 0 2 に入力された WDM 信号光に対する 3 R 機能が可能になる。また、波形整形装置 1 0 2 及び 1 0 6 を WDM 信号光の複数の波長チャネルに共用しているので、装置構成を簡単にしてシステムの信頼性を高めることができる。

## 【 0 0 8 3 】

図 2 4 は図 1 に示される全光再生部 5 の他の実施形態を示すブロック図である。この実施形態は、図 2 3 の実施形態では各クロックパルスが中間信号光としての光時分割多重信号に基いて得られているのに対比して、波形成形されるべき WDM 信号光に基いて各クロックパルスが得られている点で特徴付けられる。

## 【 0 0 8 4 】

そのために、この実施形態では、図 2 3 に示される光分岐器 1 0 4 に代えて、第 1 の波形整形装置 1 0 2 の上流側、より特定的には偏波制御器 1 2 2 と光ファイバ 1 2 0 との間に光分岐器 1 0 4 ' を設けている。光分岐器 1 0 4 ' で分岐された WDM 信号光の一部は、WDM 信号光の波長チャネル数に応じた複数の光フィルタ 1 2 6 ( # 1 , … , # 4 ) に供給される。光フィルタ 1 2 6 ( # 1 , … , # 4 ) はそれぞれ、WDM 信号光の複数の光信号の波長  $\lambda_{S1}$  , … ,  $\lambda_{S4}$  に対応する通過帯域を有している。従って、光フィルタ 1 2 6 ( # 1 , … , # 4 ) によってそれぞれ WDM 信号光の複数の光信号を抽出することができる。

## 【 0 0 8 5 】



クロック再生器 7 2 ( # 1 , … , # 4 ) の各々は、抽出された各光信号に基いて容易に各クロックパルスを再生することができる。

【 0 0 8 6 】

この実施形態によると、図 2 3 に示される実施形態による場合と同様に、第 2 の波形整形装置 1 0 6 において、光時分割多重信号としての中間信号光 ( 第 2 の信号光 ) が複数のクロックパルスを一括してスイッチングすることができるので、第 1 の波形整形装置 1 0 2 に入力された WDM 信号光に対する 3 R 機能が可能になる。

【 0 0 8 7 】

本発明は以下の付記を含むものである。

【 0 0 8 8 】

( 付記 1 ) 入力ポート及び複数の出力ポートを有し上記入力ポートには異なる波長を有する複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光が供給される光デマルチプレクサと、

出力ポート及び複数の入力ポートを有する光マルチプレクサと、

上記複数の出力ポートと上記複数の入力ポートとをそれぞれ接続する複数の光パスと、

上記複数の光パスの少なくとも一つに設けられた少なくとも一つの遅延調整器と、

上記複数の光信号の少なくとも一つの変調位相を検出する検出器と、

上記検出器により検出された位相に基き上記遅延調整器を制御するコントローラとを備えた光信号処理装置。

【 0 0 8 9 】

( 付記 2 ) 上記光マルチプレクサの出力ポートに接続され上記各信号のビットレートと同じビットレートの R Z 信号に基き強度変調を行う光変調器を更に備えた付記 1 記載の光信号処理装置。

【 0 0 9 0 】

( 付記 3 ) 上記検出器は、

基準となる波長を有する光信号を通過させる光フィルタと、

上記光フィルタを通過した光信号に基き基準クロックを再生する回路と、  
任意の波長を有する光信号を通過させるチューナブル光フィルタと、  
上記チューナブル光フィルタを通過した光信号に基きクロックを再生する回路  
と、  
上記基準クロック及び上記クロックの位相比較を行う位相比較器とを含む付記  
1 記載の光信号処理装置。

【 0 0 9 1 】

(付記 4) 上記検出器は、  
任意の波長を有する光信号を通過させるチューナブル光フィルタと、  
上記チューナブル光フィルタを通過した第 1 の波長を有する第 1 の光信号及び  
第 2 の波長を有する第 2 の光信号に基づきそれぞれ第 1 及び第 2 のクロックを再  
生する回路と、  
上記第 1 及び第 2 のクロックの位相比較を行う位相比較器とを含む付記 1 記載  
の光信号処理装置。

【 0 0 9 2 】

(付記 5) 上記検出器は、  
基準となる波長を有する光信号を通過させる光フィルタと、  
上記光フィルタを通過した光信号に基き基準クロックを発生する回路と、  
任意の波長を有する光信号を通過させるチューナブル光フィルタと、  
上記チューナブル光フィルタを通過した光信号に基きクロックを再生する回路  
と、  
上記基準クロック及び上記クロックの位相比較を行う位相比較器とを含む付記  
1 記載の光信号処理装置。

【 0 0 9 3 】

(付記 6) 上記検出器は、  
基準パルス光を発生するパルス光源と、  
任意の波長を有する光信号を通過させる光フィルタと、  
上記光フィルタを通過した光信号及び上記基準パルス光が供給される利得飽和  
デバイスとを含み、

上記コントローラは上記利得飽和デバイスから出力される光の平均パワーが小さくなるように上記遅延調整器を制御する回路を含む付記 1 記載の光信号処理装置。

【 0 0 9 4 】

(付記 7) 上記基準パルス光は上記各光信号のクロック周波数の  $N$  ( $N$  は自然数) 分の 1 のクロック周波数を有する付記 6 記載の光信号処理装置。

【 0 0 9 5 】

(付記 8) 上記利得飽和デバイスから出力される光の平均パワーに基いて上記各光信号のパルス高さの分布を検出する手段を更に備えた付記 6 記載の光信号処理装置。

【 0 0 9 6 】

(付記 9) 上記検出器は、  
第 1 の波長を有する光信号を通過させる第 1 の光フィルタと、  
第 2 の波長を有する光信号を通過させる第 2 の光フィルタと、  
上記第 1 及び第 2 の光フィルタをそれぞれ通過した光信号が供給される利得飽和デバイスとを含み、

上記コントローラは上記利得飽和デバイスから出力される光の平均パワーが小さくなるように上記遅延調整器を制御する回路を含む付記 1 記載の光信号処理装置。

【 0 0 9 7 】

(付記 10) 上記検出器は、  
基準パルス光を発生するパルス光源と、  
任意の波長を有する光信号を通過させる光フィルタと、  
上記光フィルタを通過した光信号及び上記基準パルス光が供給される可飽和吸収デバイスとを含み、

上記コントローラは上記可飽和吸収デバイスから出力される光の平均パワーが大きくなるように上記遅延調整器を制御する回路を含む付記 1 記載の光信号処理装置。

【 0 0 9 8 】

(付記 1 1) 上記基準パルス光は上記各光信号のクロック周波数の  $N$  ( $N$  は自然数) 分の 1 のクロック周波数を有する付記 1 0 記載の光信号処理装置。

【 0 0 9 9 】

(付記 1 2) 上記可飽和吸収デバイスから出力される光の平均パワーに基づいて上記各光信号のパルス高さの分布を検出する手段を更に備えた付記 1 0 記載の光信号処理装置。

【 0 1 0 0 】

(付記 1 3) 上記検出器は、  
第 1 の波長を有する光信号を通過させる第 1 の光フィルタと、  
第 2 の波長を有する光信号を通過させる第 2 の光フィルタと、  
上記第 1 及び第 2 の光フィルタをそれぞれ通過した光信号が供給される可飽和吸収デバイスとを含み、

上記コントローラは上記可飽和吸収デバイスから出力される光の平均パワーが大きくなるように上記遅延調整器を制御する回路を含む付記 1 記載の光信号処理装置。

【 0 1 0 1 】

(付記 1 4) 上記遅延調整器は、異なる光路長を有する少なくとも 2 つの光導波路と、上記少なくとも 2 つの光導波路を切り換える少なくとも 2 つの光スイッチとを含む付記 1 記載の光信号処理装置。

【 0 1 0 2 】

(付記 1 5) 上記遅延調整器は、圧電効果を有する部材と、上記部材に巻回された光ファイバと、上記部材に電圧を印加する可変電圧源とを含む付記 1 記載の光信号処理装置。

【 0 1 0 3 】

(付記 1 6) 位相調整部と全光再生部とを備えた光信号処理装置であって、  
上記位相調整部は、入力ポート及び複数の出力ポートを有し上記入力ポートには異なる波長を有する複数の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光が供給される光デマルチプレクサと、

出力ポート及び複数の入力ポートを有する光マルチプレクサと、

上記複数の出力ポートと上記複数の入力ポートとをそれぞれ接続する複数の光パスと、

上記複数の光パスの少なくとも一つに設けられた少なくとも一つの遅延調整器と、

上記複数の光信号の少なくとも一つの変調位相を検出する検出器と、

上記検出器により検出された変調位相に基き上記遅延調整器を制御するコントローラとを備えている光信号処理装置。

【 0 1 0 4 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によると、WDM信号光の複数の光信号の変調位相に安定した時間秩序を与えることができる光信号処理装置の提供が可能になるという効果が生じる。また、この光信号処理装置と全光再生器とを組み合わせることによって、安定した動作が可能な全光再生中継器の提供が可能になるという効果が生じる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は本発明によるシステムの実施形態を示すブロック図である。

【図 2】

図 2 は本発明による光信号処理装置の基本構成を示すブロック図である。

【図 3】

図 3 は本発明による光信号処理装置の第 1 実施形態を示す主要部のブロック図である。

【図 4】

図 4 は位相同期ループの構成を示すブロック図である。

【図 5】

図 5 は本発明による光信号処理装置の第 2 実施形態を示す主要部のブロック図である。

【図 6】

図 6 は本発明による光信号処理装置の第 3 実施形態を示す主要部のブロック図

である。

【図 7】

図 7 は本発明による光信号処理装置の第 4 実施形態を示すブロック図である。

【図 8】

図 8 の (A) 及び (B) はそれぞれ図 7 に示される利得飽和デバイス 66 の入力及び出力の波形を示す図である。

【図 9】

図 9 は本発明による光信号処理装置の第 5 実施形態を示すブロック図である。

【図 10】

図 10 は本発明による光信号処理装置の第 6 実施形態を示すブロック図である。

【図 11】

図 11 の (A) 及び (B) はそれぞれ図 10 に示される可飽和吸収デバイス 74 の入力及び出力の波形を示す図である。

【図 12】

図 12 は本発明による光信号処理装置の第 7 実施形態を示すブロック図である。

【図 13】

図 13 は図 7 に示される利得飽和デバイス 66 の出力と基準パルス光の高さとの関係を示すグラフである。

【図 14】

図 14 は図 10 に示される可飽和吸収デバイス 74 の出力と基準パルス光の高さとの関係を示すグラフである。

【図 15】

図 15 は図 7 に示される利得飽和デバイス 66 の出力と相対位相の関係を示すグラフである。

【図 16】

図 16 は図 10 に示される可飽和吸収デバイス 74 の出力と相対位相の関係を示すグラフである。

【図 1 7】

図 1 7 は本発明による光信号処理装置の他の基本構成を示すブロック図である。

【図 1 8】

図 1 8 は図 1 7 に示される装置の動作原理を説明するための図である。

【図 1 9】

図 1 9 は本発明の実施に使用することができる遅延調整器の実施形態を示す平面図である。

【図 2 0】

図 2 0 は本発明の実施に使用することができる遅延調整器の他の実施形態を示す斜視図である。

【図 2 1】

図 2 1 は本発明の実施に使用することができる遅延調整器の更に他の実施形態を示す平面図である。

【図 2 2】

図 2 2 は図 1 に示されるシステムに適用可能なパルス幅圧縮装置の構成図である。

【図 2 3】

図 2 3 は図 1 に示される全光再生部の実施形態を示すブロック図である。

【図 2 4】

図 2 4 は図 1 に示される全光再生部の他の実施形態を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 光ファイバ伝送路
- 2 光デマルチプレクサ
- 3 変調位相調整部
- 4 光マルチプレクサ
- 5 全光再生部
- 8 遅延調整器
- 1 2 検出器

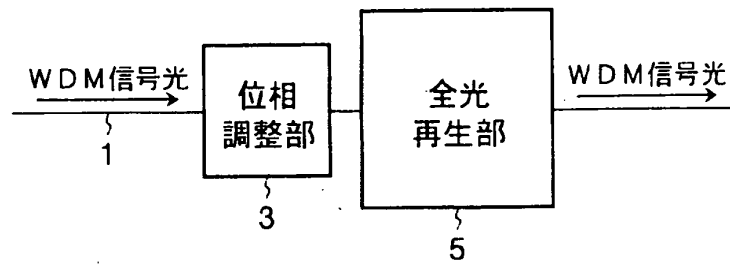
14 コントローラ

16 カプラ

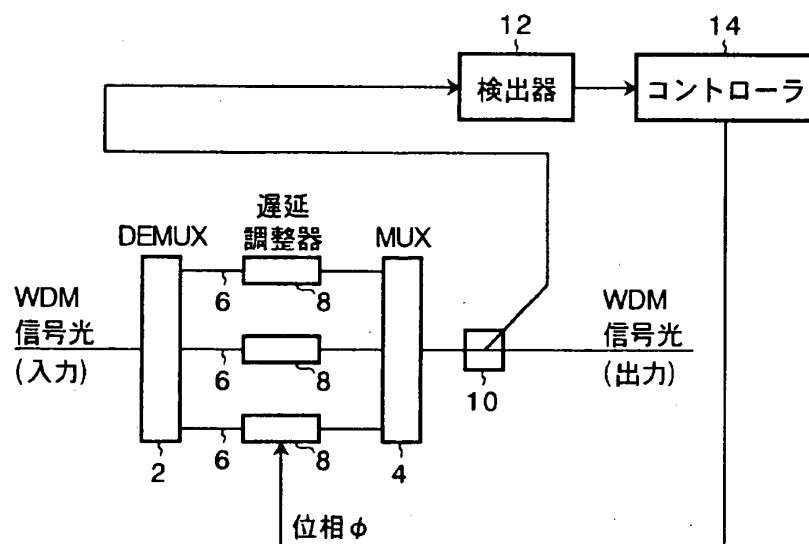


【書類名】 図面

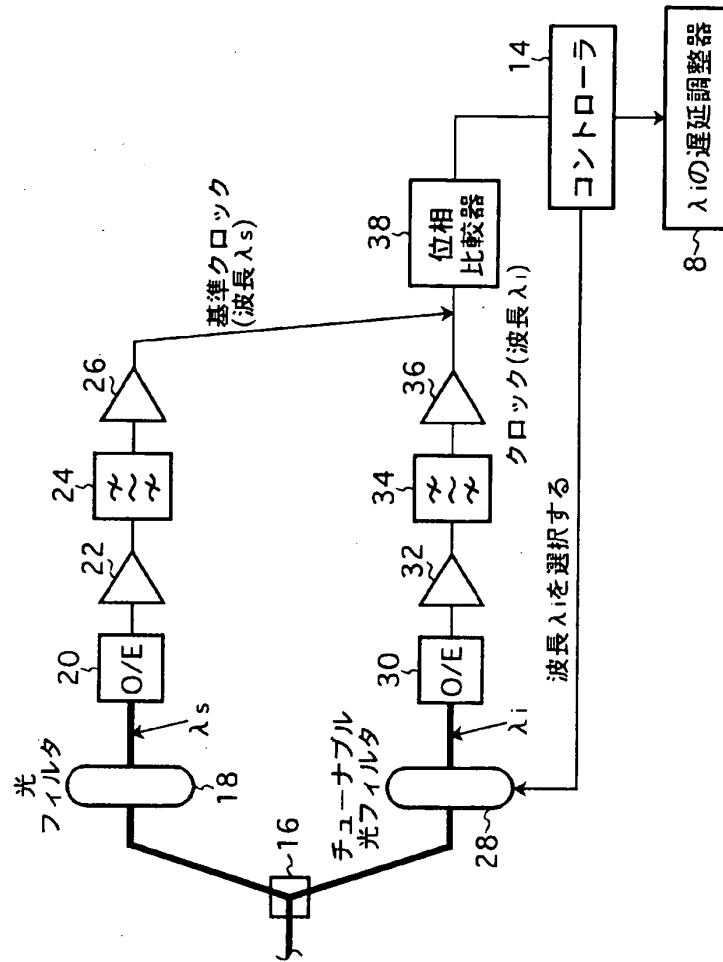
【図1】



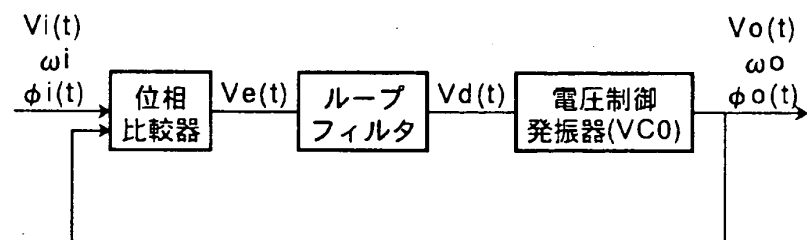
【図 2】



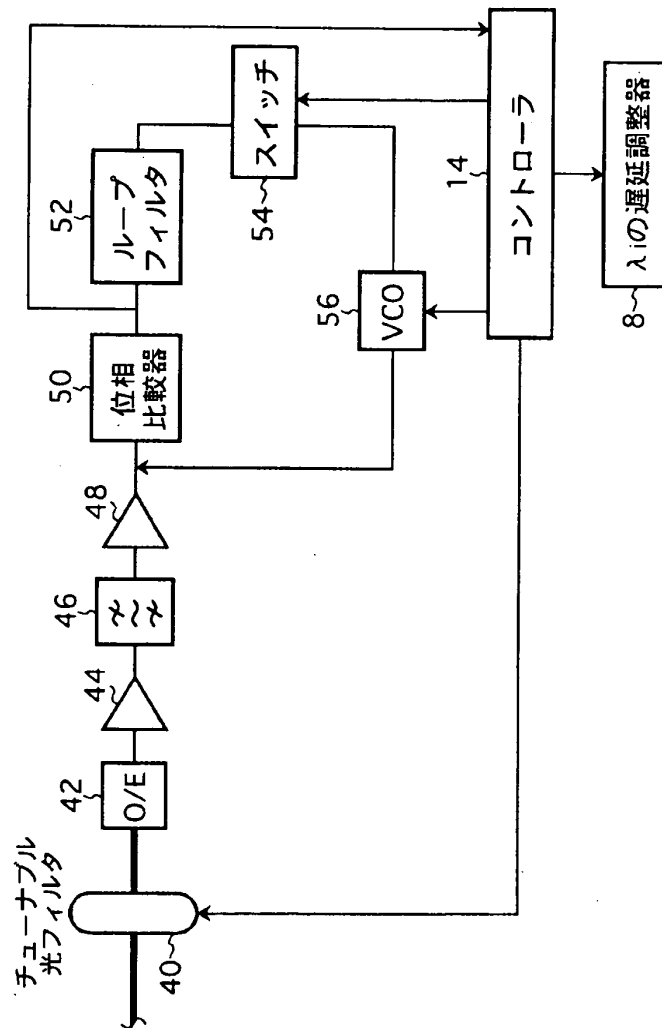
【図3】



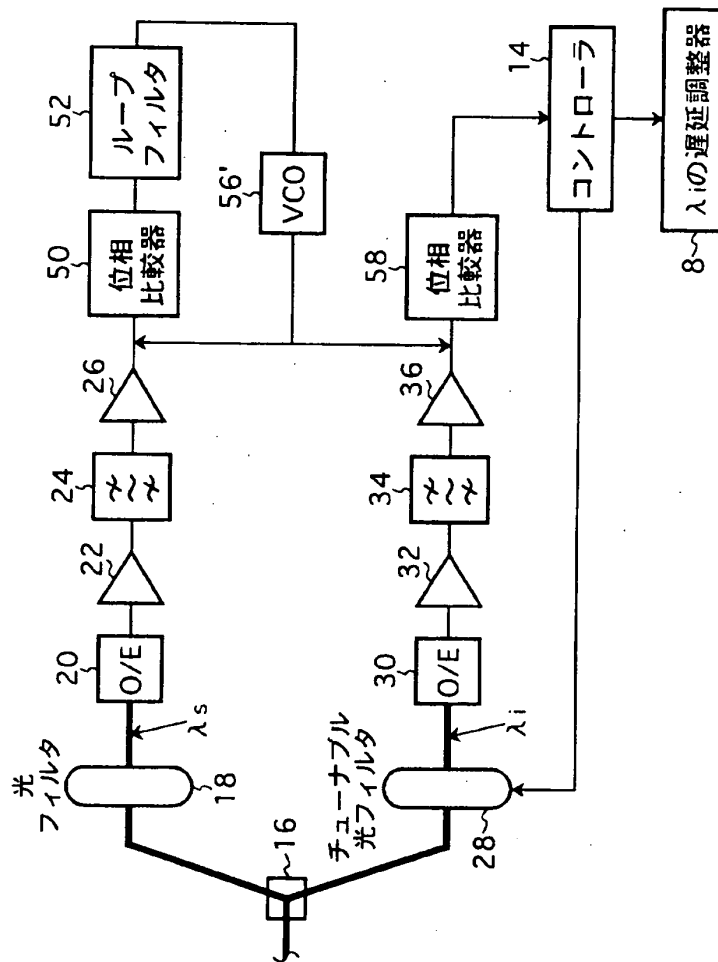
【図 4】



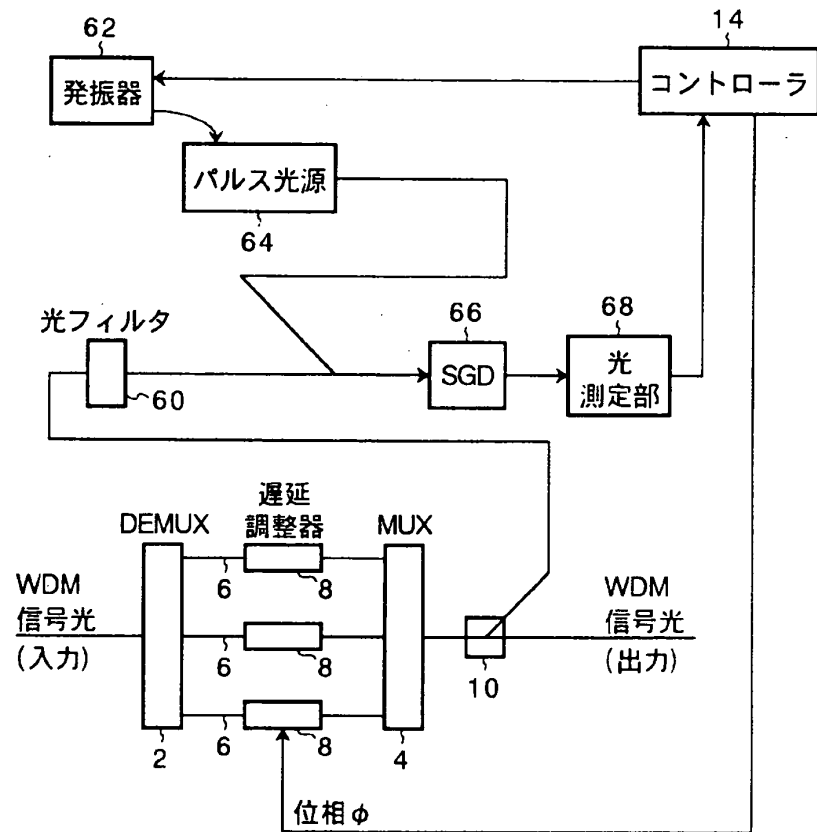
【図5】



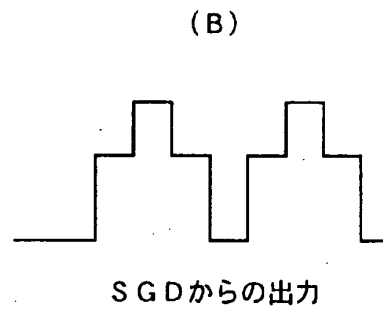
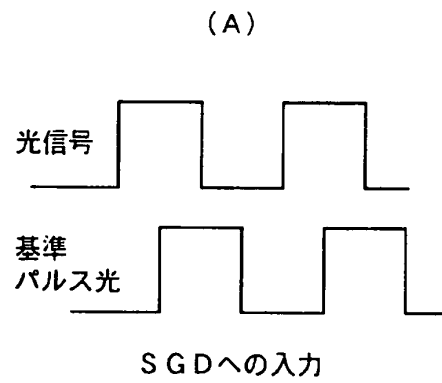
【図6】



【図 7】

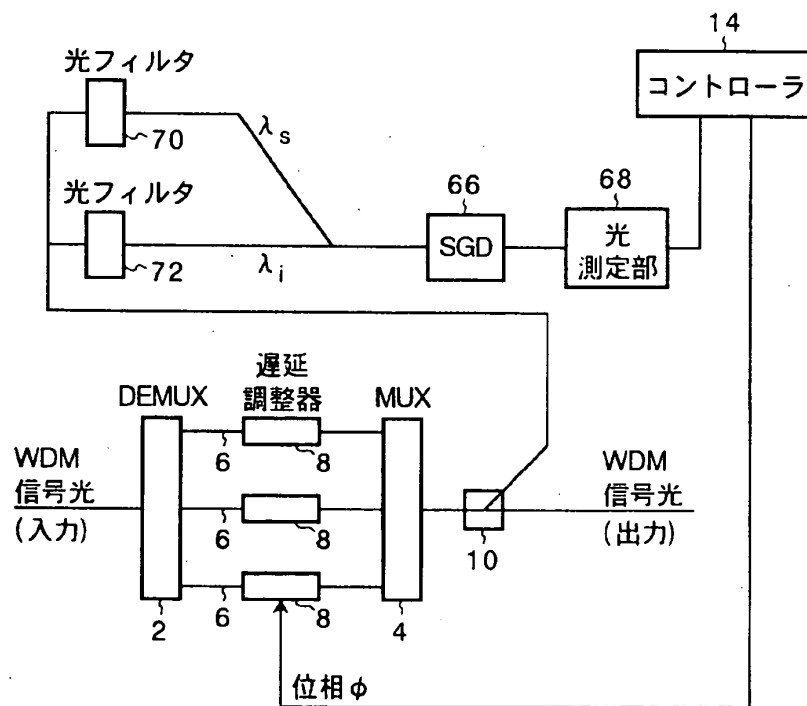


【図 8】

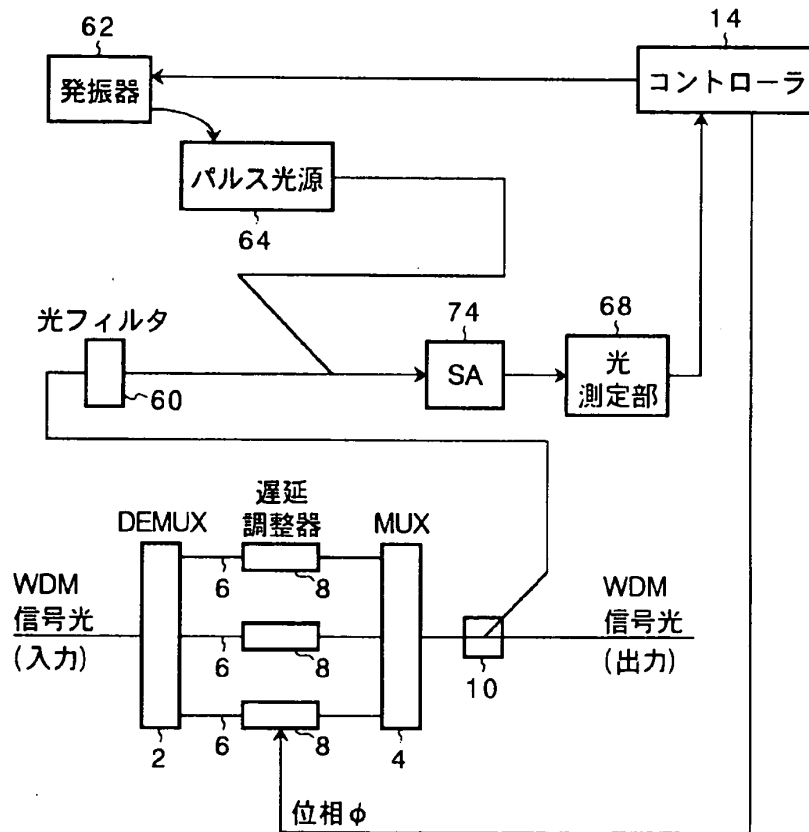




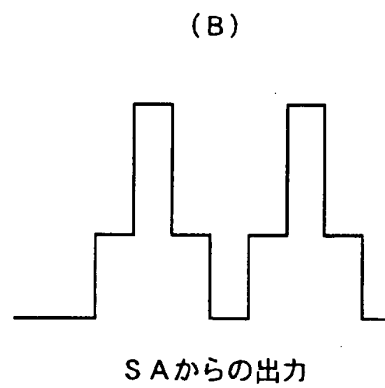
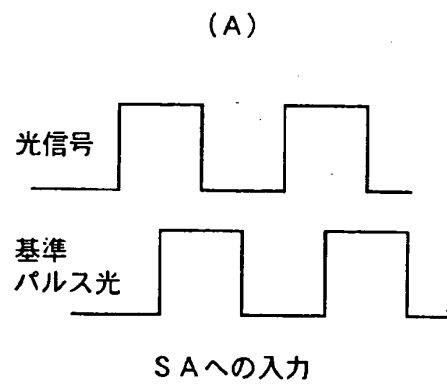
【図 9】



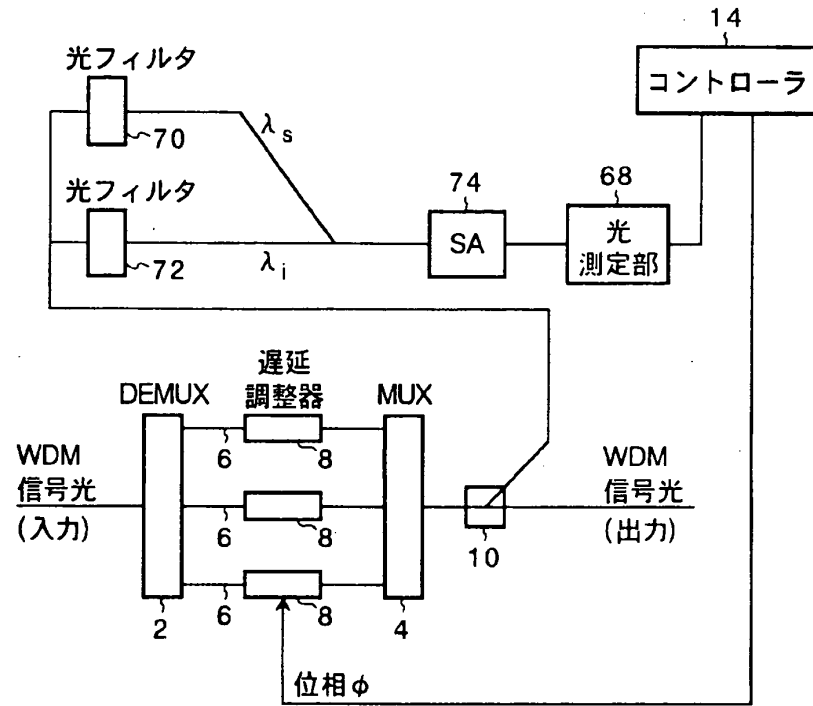
【図10】



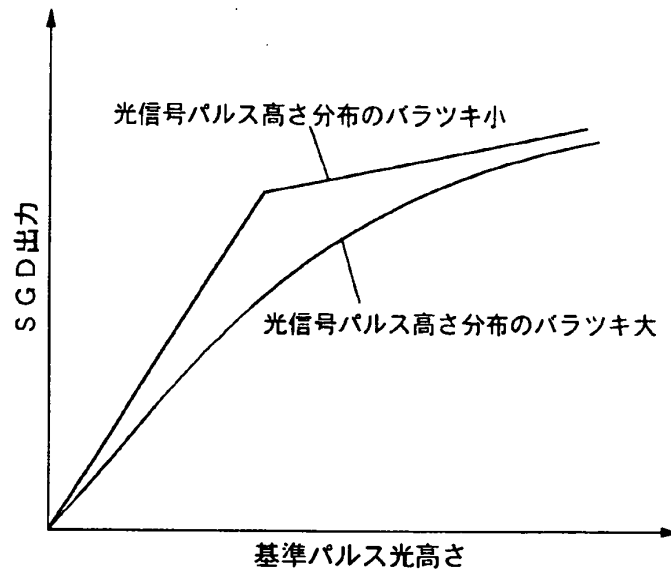
【図 1 1】



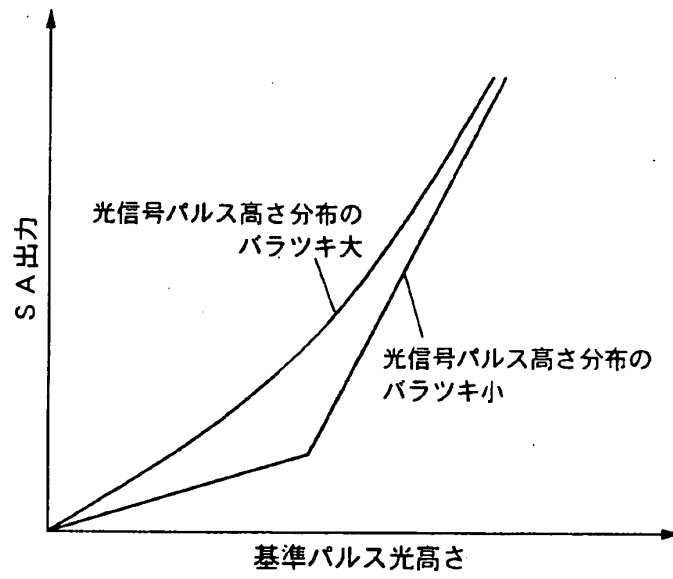
【図 12】



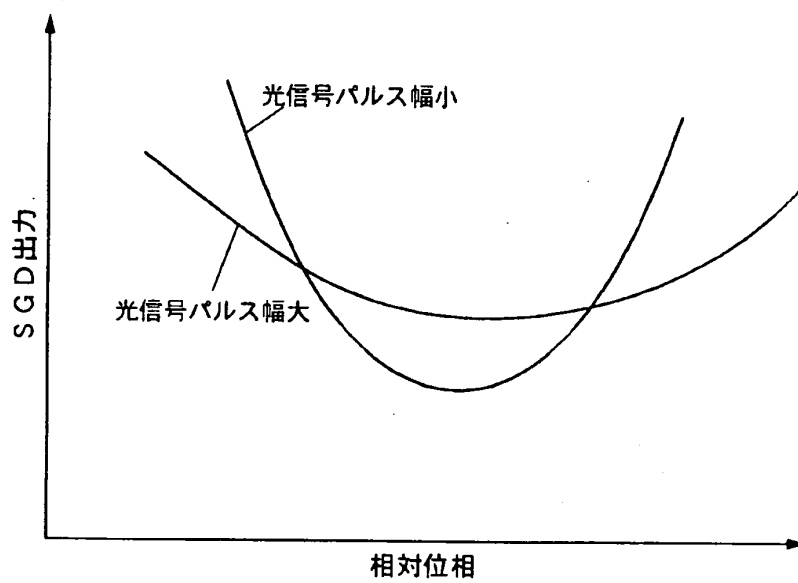
【図 1 3】



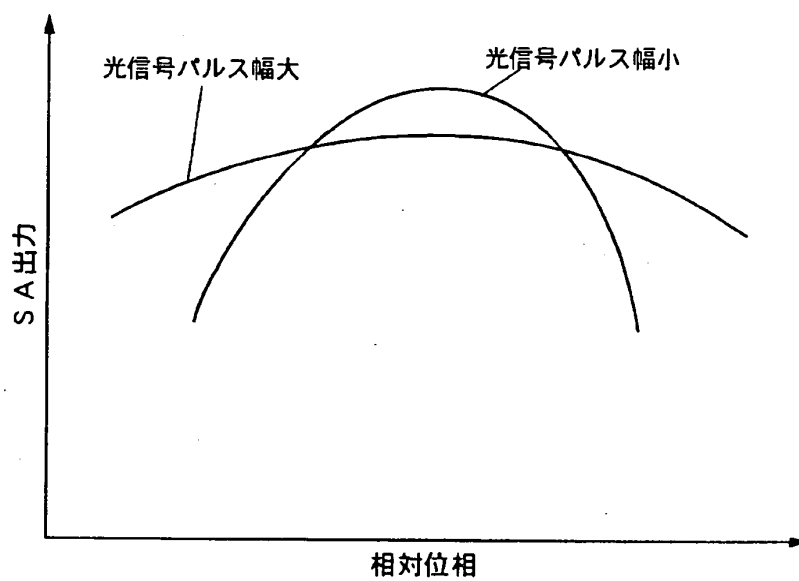
【図 14】



【図15】

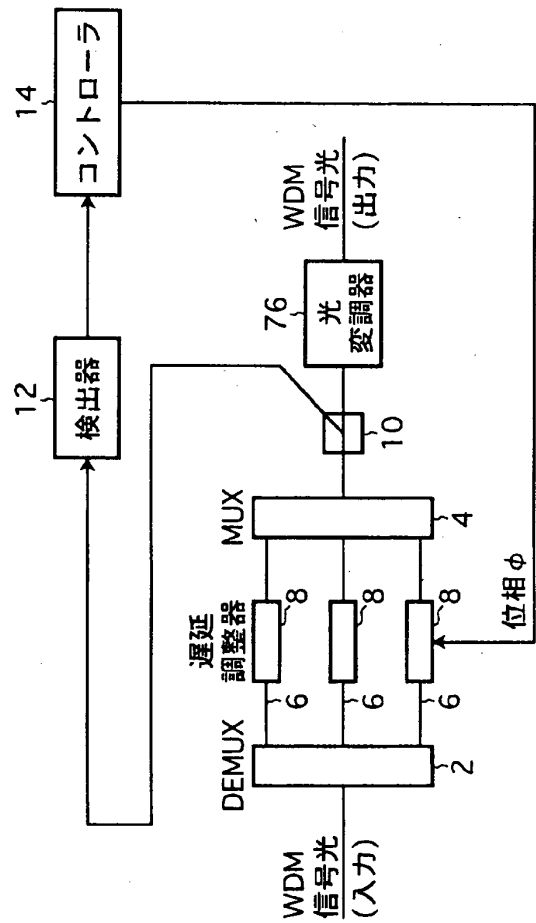


【図 1 6】

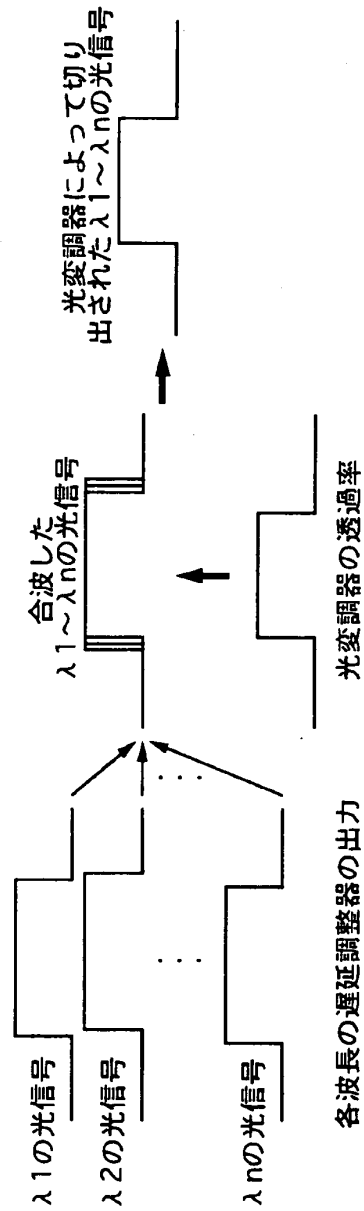




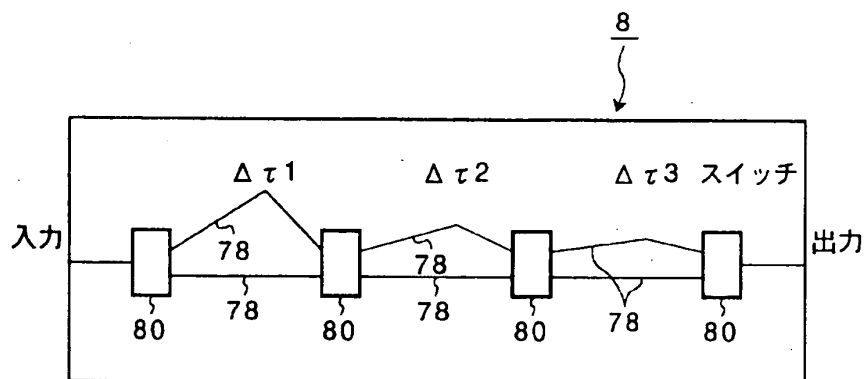
【図17】



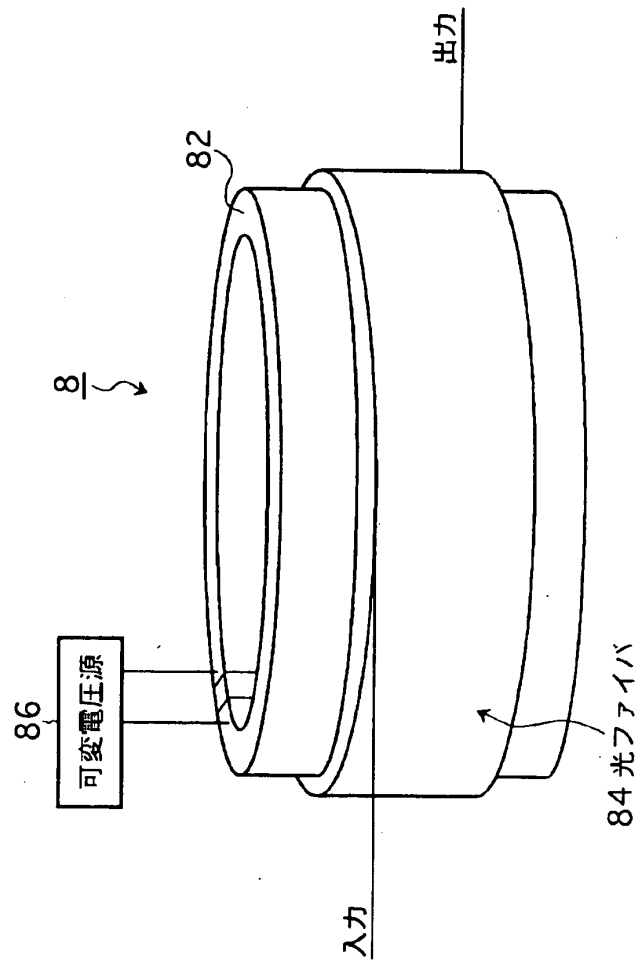
【図18】



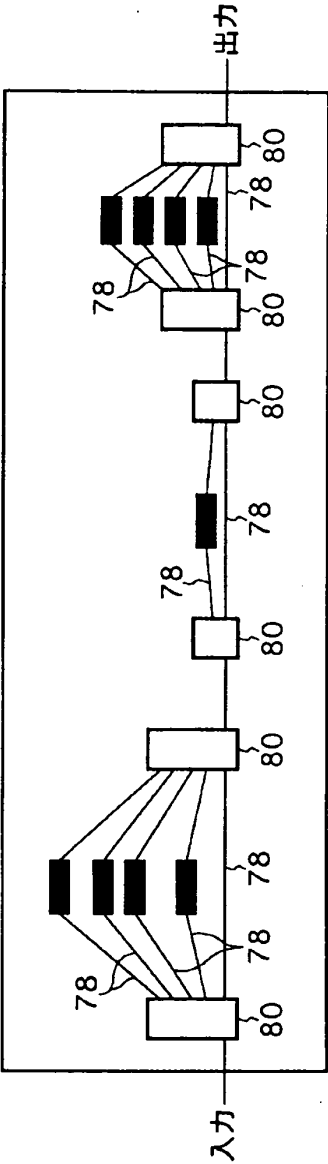
【図 19】



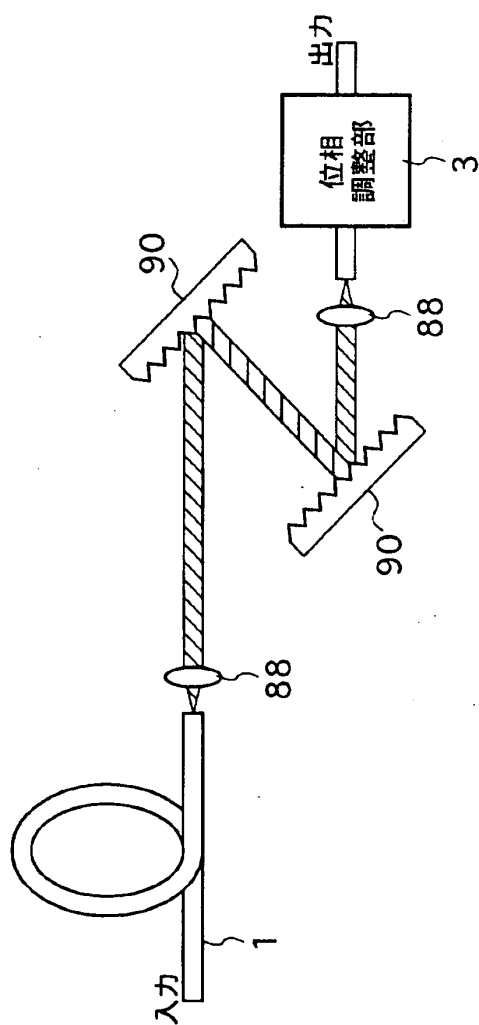
【図20】



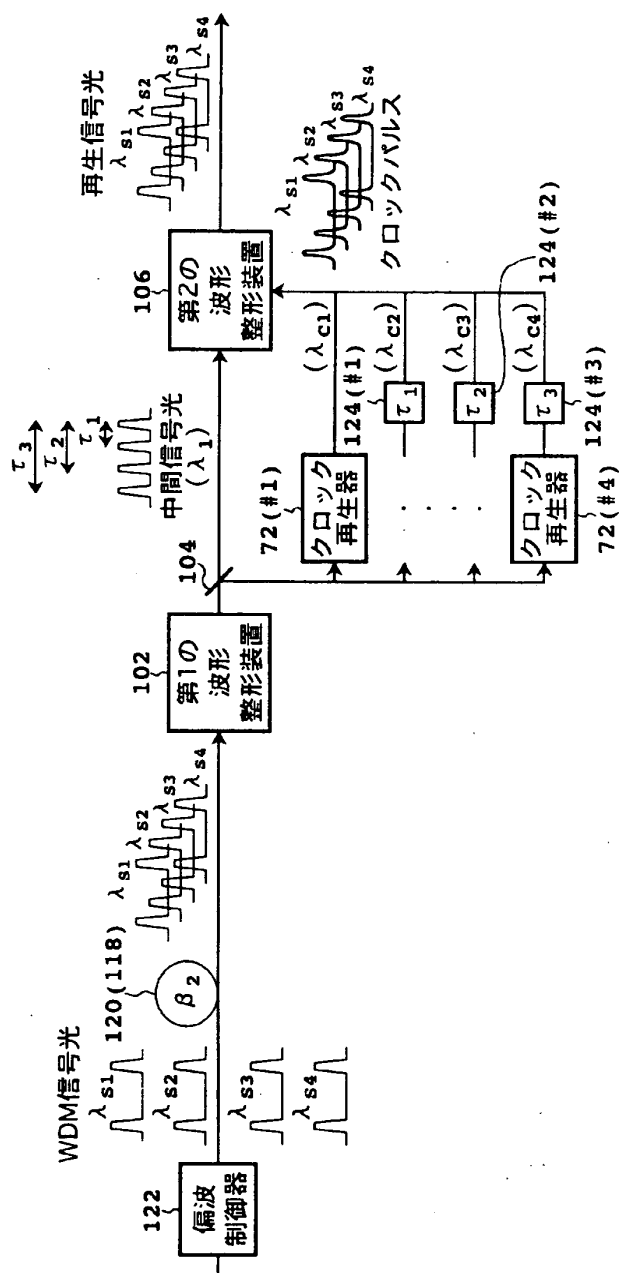
【図 21】



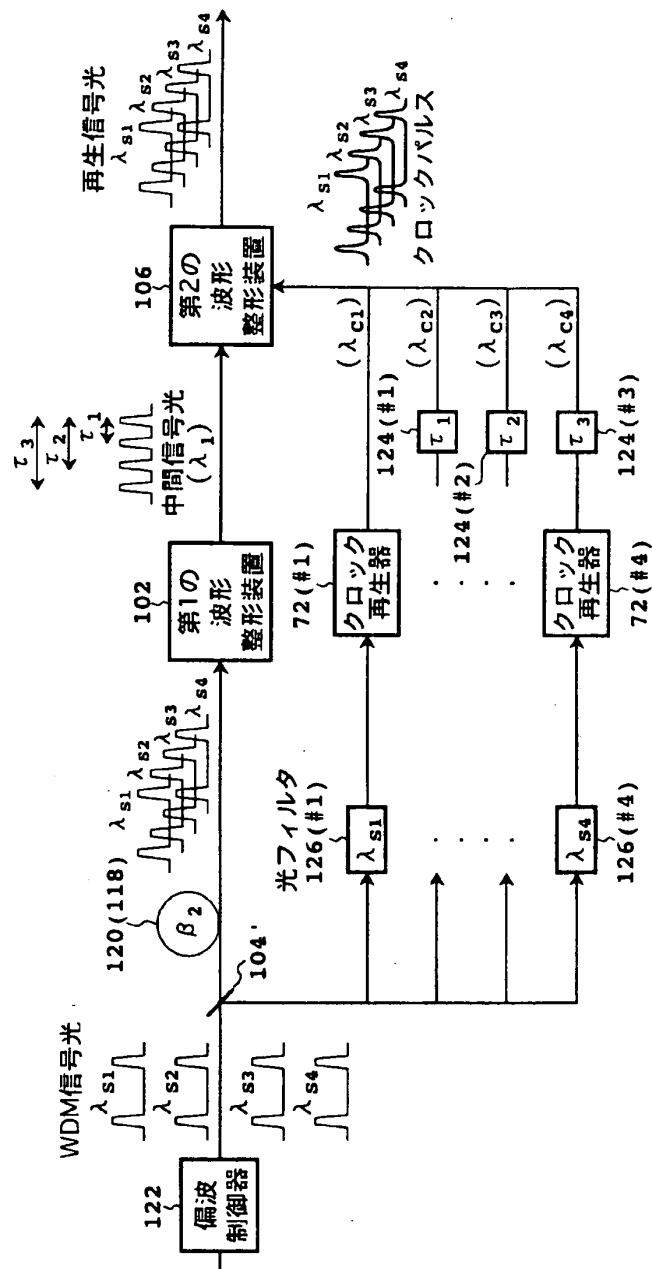
【図22】



【図23】



【図24】





【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    本発明は、WDM信号光の複数の光信号の変調位相に安定した時間秩序を与えることができる光信号処理装置の提供を課題としている。

【解決手段】    本発明による光信号処理装置は、WDM（波長分割多重）に適合するために、光デマルチプレクサ2及び光マルチプレクサ4を備えている。光デマルチプレクサは入力ポート及び複数の出力ポートを有し、入力ポート2は異なる波長を有する複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光が供給される。光マルチプレクサは出力ポート及び複数の入力ポートを有している。光デマルチプレクサの複数の出力ポートと光マルチプレクサの複数の入力ポートはそれぞれ複数の光パス6により接続される。光パスには遅延調整器8が設けられる。複数の光信号の少なくとも一つの位相が検出器12により検出され、検出された変調位相に基づきコントローラ14が遅延調整器8を制御する。これにより、各光信号の位相を容易に一致させることができる。

【選択図】            図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
氏 名 富士通株式会社